

# **ALAT PENGOLAH AIR BANJIR MENJADI AIR BERSIH**

**Dr. Dan Mugisidi, ST., M.Si  
Oktarina Heriyani, S.Si., MT**

**Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka**





**ALAT PENGOLAH  
AIR BANJIR MENJADI  
AIR BERSIH**

# **ALAT PENGOLAH AIR BANJIR MENJADI AIR BERSIH**

Penulis : Dr. Dan Mugisidi, ST., M.Si  
Oktarina Heriyani, S.Si., MT  
Editor : Tim Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka  
Desain Isi : Sari Abdinegari  
Desain Cover : Dery Firdaus

Diterbitkan oleh:  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka  
Jalan Tanah Merdeka No. 6 B  
Kp. Rambutan Jakarta Timur 13830  
Telepon : 8400941,87782739  
E-mail : ft@uhamka.ac.id,  
Website : <http://ft.uhamka.ac.id>

Cetakan pertama: 2016  
viii, 68 hlm.; 15,5 x 24 cm  
ISBN: 978-602-73919-1-8

---

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh buku ke dalam bentuk apa pun secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, tanpa izin tertulis dari pihak Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.

# KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, Kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan buku yang berjudul Alat Pengolah Air Banjir Menjadi Air Bersih.

Kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan buku ini.

Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat kepada pembacanya.



# DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	v
Bab I Pendahuluan .....	1
Bab II Kajian Pustaka .....	3
A. Kandungan Air Banjir .....	3
B. Kapilaritas.....	19
C. Karbon Aktif .....	20
D. Zeolit.....	22
Bab III Hasil Pengujian Skala Laboratorium .....	25
A. Karakterisasi Air Banjir .....	25
B. Hasil Uji Parameter Hasil Filtrasi .....	28
Bab IV Pembuatan Rancangan Alat .....	43
Daftar Pustaka .....	49
Lampiran .....	51
Biodata Penulis .....	65





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Banjir merupakan fenomena alam yang sangat sulit dihindari. Kerjasama yang sempurna antara perusakan alam dan pemanasan global membuat bencana banjir semakin sering terjadi. Hal ini menjadi lebih parah dengan kondisi lingkungan yang kotor dan saluran air yang tidak memadai. Pada saat terjadi bencana banjir, berbagai sampah dan kotoran tercampur. Sumur-sumur dan sumber air yang terbuka akan terkontaminasi dengan berbagai pengotor tersebut. Masyarakat akan mengalami kesulitan untuk mendapatkan air bersih. Selain itu, energi listrik yang biasanya digunakan untuk menggerakkan berbagai peralatan juga di matikan pada saat banjir terjadi karena dapat membahayakan keselamatan. Terputusnya energi listrik menyebabkan pompa perumahan tidak dapat menghisap air dan lebih jauh lagi, PAM atau perusahaan air minum tidak dapat mendistribusikan air bersih kepada masyarakat. Hal itu semakin menyulitkan masyarakat untuk mendapatkan air bersih.

Air bersih yang sulit didapatkan pada lokasi banjir, biasanya dikirim dari daerah yang tidak banjir dan ditampung dengan menggunakan tangki-tangki besar. Oleh karena itu, untuk menghindari terjadinya kekurangan air bersih, air banjir akan diolah agar dapat menjadi air bersih.

Untuk merubah air banjir menjadi air bersih maka diperlukan fasilitas pengolahan air. Pengolahan tersebut harus disesuaikan dengan karakter air yang akan diolah. Tujuan akhir dari penulisan ini adalah pembuatan instalasi pengolahan air banjir menjadi air bersih dan air minum yang dapat dipindah-pindah dan digerakkan dengan aliran air banjir.

Pembahasan pada buku ini terdiri atas tiga bagian, yaitu:

**karakterisasi air banjir sebagai air baku**, memeriksa kandungan air banjir banjir dan dibandingkan dengan standar air minum.

**percobaan skala laboratorium**, alat skala kecil yang telah diteliti pada penelitian sebelumnya akan digabungkan dan menjadi sebuah rangkaian proses. Pada tahap ini, akan ditentukan variabel-variabel yang mempengaruhi kinerja instalasi pengolahan air.

**pengembangan proses dan pembuatan alat**. Alat akan dibuat dalam ukuran sebenarnya dengan bahan yang yang cukup memadai. Parameter proses yang diperoleh sebelumnya akan diukur dan disesuaikan dengan parameter pada alat ini.

# BAB II

## KAJIAN PUSTAKA

### A. Kandungan Air Banjir

Air banjir jika dilihat secara kasat mata akan memiliki penampakan yang hampir sama, yaitu kotor dan coklat. Akan tetapi, kandungan di dalam airnya belum tentu sama. Air banjir di daerah perkotaan kemungkinan akan berbeda kandungannya dengan daerah pedesaan dan persawahan. Begitu juga dengan air banjir pada kawasan industri, kemungkinan akan memiliki kandungan yang berbeda. Perbedaan ini dimungkinkan terjadi karena limbah yang masuk ke dalam air banjir tersebut juga berbeda-beda. Kandungan yang terdapat pada air banjir dapat terbagi menjadi dua, yaitu secara fisika dan kimia.

## 2.1 Sifat Fisika

Jika dilihat secara fisika, parameter kandungan air banjir yang akan dibahas adalah bau, jumlah zat padat yang terlarut, kekeruhan, suhu, dan warna.

### a. Bau

Mengapa air berbau? Beberapa faktor yang bisa menyebabkan air menjadi berbau, diantaranya kandungan logam dari pipa-pipa yang digunakan untuk mengalirkan air tersebut, organisme yang hidup di air, bahan kimia yang digunakan untuk menghilangkan organisme *disinfectant* dan pencemaran lingkungan. Sebagian besar alasan air menjadi berbau disebabkan adanya bakteri yang berkembang biak di dalam air. Bakteri tersebut membuat air menjadi berbau dan tidak layak untuk digunakan.

### b. Jumlah zat padat terlarut (TDS)

TDS adalah ukuran dari jumlah material yang terlarut di dalam air. Bahan ini dapat berupa karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, ion-ion organik, dan ion-ion lainnya. Meskipun ion-ion ini diperlukan oleh makhluk hidup pada tingkat tertentu, jumlah ion yang terlalu tinggi akan mengganggu kehidupan akuatik. Jika ion-ion terlarut meningkat maka nilai TDS juga akan meningkat. Air dengan jumlah zat padat terlarut tinggi lebih dari 1000 mg/L mempunyai rasa yang tidak enak, sehingga tidak layak dikonsumsi sebagai air minum. Oleh karena itu, zat padat terlarut untuk air minum disarankan pada 500 mg/L dengan pH 7. Akan tetapi, pada peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 ditetapkan bahwa zat padat terlarut diperbolehkan hingga 500 mg/L [1].

TDS meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut tersebut. TDS meter menggambarkan jumlah zat terlarut dalam *Part Per Million* (PPM) atau sama dengan milligram per liter (mg/L).

Zat yang terlarut dalam air (larutan) harus dapat melewati saringan yang berdiameter 2 mikrometer ( $2 \times 10^{-6}$  meter).

Sampai saat ini, ada dua metoda yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas suatu larutan, yaitu

1. *Gravimetry*.
2. *Electrical Conductivity*.

Kandungan TDS air minum harus sesuai dengan

1. Depkes RI melalui Permenkes 492/MENKES/PER/VI/2010: TDS < 500 mg/L. [1]
2. Standar Nasional Indonesia (SNI) no. 01-3553-2006: TDS < 500 ppm/liter.
3. Versi *World health Organization* (WHO) : TDS < 100 ppm/liter.

### c. Keekeruhan

Keekeruhan adalah ukuran kejelasan relatif air. Nilai keekeruhan di atas 5 NTU dapat jelas dilihat dengan menggunakan mata telanjang terutama dalam volume besar, seperti pada wastafel putih atau bak mandi. Efek ini mungkin meningkat jika air juga mengandung bahan berwarna, seperti senyawa besi. Korelasi keekeruhan dengan konsentrasi jumlah berat atau partikel padatan tersuspensi sulit karena ukuran, bentuk, dan indeks bias partikel mempengaruhi cahaya hamburan sifat suspensi [2].

Hasil karakterisasi nilai keekeruhan dapat menjadi data untuk menentukan perlakuan yang dibutuhkan saat merancang atau meningkatkan proses pengolahan air minum. Pada sumber-sumber air yang memiliki tingkat polusi kotoran yang signifikan, terdapat korelasi antara keekeruhan dan tinja atau patogen. Akan tetapi, hubungan tersebut sangat spesifik dengan lokasi pengambilan data [2]. Pada lokasi yang berbeda maka hubungan antara keekeruhan dengan mikroorganismenya akan berbeda juga. Tingkat keekeruhan adalah parameter sederhana namun efisien untuk menilai variasi sumber air serta efisiensi penyaringan selama proses pengolahan air minum.

Kekeruhan juga menjadi indikator yang berguna untuk melihat perubahan kualitas air tanah yang dangkal atau air permukaan sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Pada saat hujan, kualitas air akan berubah dan kekeruhan dapat menjadi indikator perubahan tersebut. Kekeruhan pada air tanah tidak menunjukkan keberadaan patogen, tetapi memberikan informasi mengenai kualitas air secara umum dan merupakan indikator pengaruh permukaan pada kualitas air tanah.

## 2.2 Sifat Kimia

### a. Aluminium

Kehadiran Al dalam air untuk kebutuhan domestik lebih banyak disebabkan penambahan garam Al dalam proses koagulasi flokulasi atau disebabkan pH rendah ( $\text{pH } 5,5 \pm 0,5$ ) baik pada air permukaan atau air tanah [3]. Penggunaan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  sebagai koagulan dalam pengolahan air minum meningkatkan konsentrasi Al dalam air [4].

Alumunium terdapat di dalam air baku dalam bentuk partikulat [4]. Tingkatnya ditemukan secara alami di permukaan air baku berkisar sekitar 10 sampai 2000 mg/L (Sorenson et al., 1974). Dalam sebuah survei USEPA, dari 186 pengolah air ditemukan bahwa setelah koagulasi dengan garam Al, konsentrasi Al dalam air yang telah diolah bervariasi 0,01-2,37 mg/L [4]. Hal ini dapat disimpulkan bahwa air yang diolah dengan menggunakan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  umumnya mengandung jumlah Al lebih besar daripada air bakunya.

### b. Arsen

Pada tahun 1990 kadar maksimum Arsen yang diperbolehkan adalah 0,05 mg/L, sedangkan pada tahun 2002 dan 2010 kadar maksimum yang diperoleh adalah 0,01 mg/L. Masuknya arsenik dalam jumlah besar ke dalam tubuh secara mendadak menyebabkan serangan akut berupa rasa sangat sakit perut akibat sistem pencernaan rusak, muntah, diare, rasa haus yang hebat, kram perut yang

akhirnya akan syok, koma, dan kematian. Sedangkan paparan dalam jangka waktu lama, seperti meminum air terkontaminasi arsen dapat menyebabkan napas berbau, keringat berlebih, otot lunglai, perubahan warna kulit (menjadi gelap), penyakit pembuluh tepi, parestesia tangan dan kaki (gangguan saraf), *blackfoot disease*, dan kanker kulit.

### **c. Barium**

Pada tahun 1990 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 1,0 mg/L, sedangkan pada tahun 2002 dan 2010 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,7 mg/L.

Barium adalah logam putih berwarna perak yang ditemukan di alam. Senyawa barium dapat diproduksi industri, seperti pada industri minyak dan gas untuk membuat lumpur pengeboran. Barium juga digunakan untuk membuat cat, batu bata, ubin, kaca, dan karet dari barium sulfat. Selain itu, barium digunakan dokter dalam melakukan tes medis dan pengambilan fotosinar-x. Barium masuk ke dalam udara selama proses pertambangan, pemurnian, produksi senyawa barium, dan pembakaran batubara serta minyak. Beberapa senyawa barium mudah larut dalam air dapat ditemukan di danau atau sungai.

### **d. Kandungan Besi (Fe) Di dalam Air**

Sejumlah kecil zat besi sering ditemukan dalam air karena dalam tanah terdapat dalam jumlah besar dan pipa besi yang korosif. Pakaian yang dicuci dengan air yang mengandung zat besi yang berlebihan mengakibatkan ternoda warna kecoklatan. Rasa minuman, seperti teh dan kopi dapat dipengaruhi zat besi. Pada umumnya, air sumur atau air PAM tidak berwarna. Akan tetapi, ketika air tersebut mengandung zat besi, besi terlarut akan menempel di dinding wadah memasak, wastafel atau bak mandi. Besi yang bereaksi dengan oksigen dari udara akan membentuk oksida coklat kemerahan yang biasa disebut karat. Kotoran ini dapat memberikan rasa logam terhadap air atau makanan. Noda berkarat atau coklat pada perlengkapan pipa, kain, piring, dan peralatan

tidak dapat dihapus oleh sabun atau deterjen. Seiring waktu, besi yang telah bereaksi dengan udara dapat terbentuk dalam tangki tekanan, pemanas air, dan pipa. Hal itu mengakibatkan pengurangan jumlah dan tekanan pasokan air. Besi dalam air menciptakan masalah umum untuk sistem pasokan air. Pada air sungai, kandungan besi rata-rata 0,7 mg/L sedangkan kandungan oksigen kecil pada air tanah, yaitu konsentrasi kandungan besi dalam bentuk  $Fe(II)$  biasanya 0,5-10 mg/L. Namun, konsentrasi sampai dengan 50 mg/L kadang-kadang dapat ditemukan [5]. Konsentrasi besi dalam air minum biasanya kurang dari 0,3 mg/L. Pada beberapa daerah yang banyak menggunakan besi dan pipa besi galvanis sebagai sarana distribusi air, maka kandungan besi di dalam air dapat lebih tinggi.

## f. Flourida

Senyawa flourida adalah garam yang terbentuk ketika unsur flourida ( $F^-$ ), berikatan dengan mineral dalam tanah atau batuan. Flourida ditambahkan ke air minum untuk meningkatkan kesehatan gigi. Paparan konsumsi berlebihan flourida untuk waktu yang lama, berpengaruh terhadap kesehatan yang mengakibatkan peningkatan patah tulang pada orang dewasa.

Beberapa senyawa flourida seperti *sodium fluoride* dan *fluorosilicates* mudah larut ke air tanah ketika bergerak melalui celah-celah dan ruang pori antara bebatuan. Kebanyakan pasokan air mengandung beberapa flourida alami. Flourida juga dapat memasuki air minum akibat terlepas dari pupuk atau pabrik aluminium. Selain itu, banyak masyarakat menambahkan flourida pada air minum untuk meningkatkan kesehatan gigi. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, flourida termasuk parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan. Kadar maksimum flourida yang diperbolehkan adalah 1,5 mg/L [1]. Sedangkan, berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air



kelas satu, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut, maka kadar maksimum flourida yang diperbolehkan adalah 0,5 mg/L [8].

### **g. Kadmium**

Kadmium adalah logam yang ditemukan dalam endapan alam seperti bijih dan berikatan dengan unsur-unsur lainnya. Logam ini digunakan untuk pelapisan logam dan pengerjaan pelapisan termasuk peralatan transportasi, mesin, fotografi dan lain-lain. Logam ini juga berpengaruh pada kesehatan di mana beberapa orang yang minum air yang mengandung kadar kadmium lebih dari *maximum contaminant level* (MCL) dapat menyebabkan kerusakan ginjal. Sumber utama kadmium dalam air minum adalah korosi pada pipa galvanis, erosi endapan alam, sampah baterai dan cat.

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Secara prinsip, kadmium pada konsentrasi rendah berefek terhadap gangguan pada paru-paru, *emphysema*, dan *renal tubular disease* yang kronis. Jumlah normal kadmium di tanah berada di bawah 1 ppm, tetapi angka tertinggi (1.700 ppm) dijumpai pada permukaan sampel tanah yang diambil di dekat pertambangan biji seng (Zn). Kadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lainnya, seperti timbal. Logam berat ini bergabung bersama timbal dan merkuri sebagai *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat bahaya tertinggi pada kesehatan manusia. Menurut badan dunia FAO/WHO, konsumsi per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400-500 µg per orang atau 7 µg per kg berat badan.

Pada tahun 1990, kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,005 mg/L, sedangkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun

2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air Kelas satu, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut kadar maksimum kadmium yang diperbolehkan adalah 0,01 mg/l [8]. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut kadar maksimum kadmium yang diperbolehkan adalah 0,001 mg/l [7]. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadmium termasuk parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan dengan kadar maksimum kadmium yang diperbolehkan adalah 0,003 mg/l [1].

Metode perlakuan untuk menghilangkan cadmium yang terbukti efektif hingga di bawah 0,005 mg/L atau 5 ppb, yaitu dengan koagulasi / filtrasi, pertukaran ion, *lime softening* dan *reverse osmosis*.

#### **h. Kesadahan ( $\text{CaCO}_3$ )**

Air berdasarkan tinggi rendahnya kandungan mineral di dalamnya terbagi dua, yaitu air sadah atau air keras dan air lunak. Air Sadah adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah.

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bisa merupakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat. Metode paling sederhana untuk menentukan kesadahan air adalah dengan sabun. Dalam air lunak, sabun akan menghasilkan busa yang banyak. Pada air sadah, sabun tidak akan menghasilkan busa atau menghasilkan sedikit sekali busa. Kesadahan air total dinyatakan dalam satuan ppm berat per volume (*w/v*) dari  $\text{CaCO}_3$ .

Air sadah tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral yang menyumbat saluran pipa dan keran. Selain itu, air sadah juga menyebabkan pemborosan sabun di rumah tangga. Air sadah yang bercampur sabun tidak dapat membentuk busa, tetapi malah membentuk gumpalan *soap scum* (sampah sabun) yang sukar dihilangkan. Efek ini timbul karena ion  $2+$  menghancurkan sifat surfaktan dari sabun dengan membentuk endapan padat (sampah sabun tersebut).

Dalam industri, kesadahan air yang digunakan akan diawasi dengan ketat untuk mencegah kerugian. Pada industri yang menggunakan ketel uap, air yang digunakan harus terbebas dari kesadahan. Hal ini dikarenakan kalsium dan magnesium karbonat cenderung mengendap pada permukaan pipa dan permukaan penukar panas. Presipitasi (pembentukan padatan tak larut) ini terutama disebabkan dekomposisi termal ion bikarbonat. Penumpukan endapan ini dapat mengakibatkan terhambatnya aliran air di dalam pipa. Dalam ketel uap, endapan mengganggu aliran panas ke dalam air, mengurangi efisiensi pemanasan, dan memungkinkan komponen logam ketel uap terlalu panas.

## **i. Klorida**

Klorida ada secara alami di air dengan beragam konsentrasi. Kadar klorida akan meningkat dengan meningkatnya kadar mineral. Dataran tinggi dan pegunungan memiliki kadar klorida cukup rendah, sedangkan sungai dan air tanah memiliki kadar besar. Laut dan samudra adalah tempat berkumpul terakhir aliran air yang ada di alam sehingga kadar klorida sangat tinggi.

Klorida tidak berbahaya bagi manusia. EPA menentukan batasan untuk kadar klorida adalah 250 mg/L untuk air minum [6]. Kadar klorida di atas 250 mg/L memberikan rasa asin. Kadar klorida yang sangat tinggi dapat menyebabkan korosi pada pipa dengan bahan logam.

Klorida dapat dianalisa dengan metode:

- *Argentometric method*
- *Mercuric nitrate method*
- *Potentiometric method*
- *Automated ferricyanide method*
- *Mercuric thiocyanate flow injection analysis*

## j. Kromium

Kromium (Cr) termaksud unsur yang jarang ditemukan pada perairan alami. Kerak bumi mengandung kromium sekitar 100 mg/kg (Moore, 1991). Kromium yang ditemukan diperairan adalah kromium trivalent ( $\text{Cr}^{3+}$ ) dan kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Pada perairan yang memiliki pH lebih dari 5, kromium trivalent tidak ditemukan. Jika masuk ke perairan, kromium trivalen akan di oksidasi menjadi kromium heksavalen yang lebih toksik.

Kromium tidak pernah ditemukan sebagai logam murni. Sumber kromium alami sangat sedikit, yaitu batuan/*chromite* ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) dan *chromic okside* ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) (Novotny dan Olem, 1994). Kadar kromium maksimum yang diperkenankan bagi kepentingan air minum adalah 0,05 mg/L (Sawyer dan McCarty, 1978). Kadar kromium pada perairan tawar biasanya kurang dari 0,00005 mg/L. Kromium trivalent biasanya tidak ditemukan pada perairan tawar, sedangkan pada perairan laut sekitar 50%. Kromium merupakan kromium trivalent (McNeely et al., 1979)

Garam-garam kromium yang masuk ke dalam tubuh manusia akan segera dikeluarkan oleh tubuh. Akan tetapi, jika kadar kromium tersebut cukup besar akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pencernaan. Kadar kromium yang diperkenankan pada air minum adalah 0,05 mg/L (Davis dan Cornwell, 1991). Toksisitas kromium dipengaruhi bentuk oksidasi kromium, suhu, dan pH. Kadar kromium yang diperkirakan aman dalam kehidupan akuatik adalah sekitar 0,05 mg/L (Moore, 1991). Kadar kromium 0,1 mg/L dianggap berbahaya bagi kehidupan organisme laut.

Garam-garam kromium digunakan dalam industri besi baja, cat, bahan celupan, (Dyes). Bahan peledak tekstil, kertas, keramik, gelas,

fotografi, sebagai penghambat korosi, dan sebagai campuran lumpur pengeboran (*drilling mud*). Kromium dapat masuk ke dalam air karena kontaminasi oleh limbah cair industri. Selain itu, senyawa chromium sering juga ditambahkan pada air pendingin (*cooling water*) sebagai pencegah korosi.

Kromium (III) sangat bermanfaat bagi manusia. Jika kekurangan kromium (III) maka dapat menyebabkan kondisi jantung terganggu, gangguan metabolisme, dan diabetes. Akan tetapi, jika terlalu banyak penyerapan kromium (III) dapat menyebabkan efek kesehatan juga, misalnya ruam kulit.

Kromium(VI) berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama bagi orang-orang yang bekerja di industri baja dan tekstil. Orang yang merokok tembakau juga memiliki kesempatan yang lebih tinggi terpapar kromium

Kromium(VI) diketahui menyebabkan berbagai efek kesehatan. Sebuah senyawa dalam produk kulit dapat menyebabkan reaksi alergi, seperti ruam kulit. Pada saat bernapas, ada krom (VI) dapat menyebabkan iritasi dan hidung mimisan. Kromium (VI) juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan lainnya juga, seperti sakit perut dan bisul, masalah pernapasan, sistem kekebalan yang lemah, ginjal dan kerusakan hati, perubahan materi genetik, kanker paru-paru, dan kematian.

Bahaya kesehatan yang berkaitan dengan kromium bergantung pada keadaan oksidasi. Bentuk logam (krom sebagaimana yang ada dalam produk ini) adalah toksisitas rendah. Bentuk yang hexavalent beracun. Efek samping dari bentuk hexavalent pada kulit, seperti dermatitis dan reaksi alergi kulit serta gejala gangguan pernapasan termasuk batuk, sesak napas, dan hidung gatal.

## **k. Mangan**

Mangan adalah salah satu unsur kimia yang berefek samping pada saluran pernapasan dan otak. Gejala yang timbul akibat keracunan mangan dapat berupa halusinasi, pelupa, kesulitan dalam bergerak, tremor (gemeteran), dan kerusakan saraf. Pada tahun 2002 kadar

maksimum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/L [9], sedangkan pada tahun 2010 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,4 mg/L [1]. Kandungan mangan dalam air jika melebihi batas maksimal dapat menimbulkan noda kecoklatan pada pakaian dan peralatan rumah tangga.

## I. Natrium

Garam-garam natrium yang ditemukan di alam adalah natrium klorida, natrium karbonat, natrium borat, natrium nitrat, dan natrium sulfat. Garam natrium antara lain ditemukan dalam air laut, danau asin, danau alkali, dan mata air mineral.

Natrium klorida (NaCl) yang merupakan senyawa penting bagi organisme hidup. Unsur ini juga memiliki kegunaan lain seperti untuk memperbaiki struktur paduan logam tertentu, digunakan dalam sabun, dikombinasikan dengan asam lemak, serta untuk memurnikan logam cair. Natrium karbonat padat juga dibutuhkan untuk membuat kaca.

Natrium terkandung dalam banyak makanan terutama dalam bentuk garam dapur. Natrium diperlukan manusia untuk menjaga keseimbangan sistem cairan tubuh. Unsur ini juga dibutuhkan untuk berfungsinya saraf dan otot. Jumlah natrium yang harus dikonsumsi seseorang setiap hari bervariasi untuk tiap individunya. Namun, terlalu banyak natrium dapat merusak ginjal dan meningkatkan kemungkinan tekanan darah tinggi.

Reaksi natrium dengan air menyebabkan terbentuknya uap natrium hidroksida yang sangat mengiritasi kulit, mata, hidung, dan tenggorokan. Selain itu, dapat menyebabkan sulit bernapas, batuk, dan bronkitis kimia. Jika kontak parah dengan kulit bisa memicu gatal-gatal, kesemutan, luka bakar termal, dan kaustik yang membuat kerusakan kulit permanen. Sedangkan kontak dengan mata, bisa menyebabkan kerusakan permanen dan kehilangan penglihatan. Natrium dalam bentuk bubuk sangat eksplosif dalam air dan membentuk racun saat bereaksi dengan berbagai unsur lainnya. Dalam bentuk padat, natrium

tidak bergerak meskipun mudah menyerap kelembaban membentuk natrium hidroksida. Natrium hidroksida dikenal cepat terserap dalam tanah dan berpotensi menyebabkan pencemaran. Jumlah Natrium yang diperkenankan pada air minum adalah 200 mg/L.

### **m. Nitrat**

Nitrat dalam air minum akan mempengaruhi kesehatan secara umum pada kisaran 100 sampai 200 mg/L nitrat-N. Akan tetapi, pengaruh pada setiap orang akan tergantung pada berbagai faktor, seperti sumber nitrat dan nitrite pada produk diet. Jangka pendek terpaparnya Nitrat dengan air minum di atas standar kesehatan, yaitu 10 mg / L nitrat-N merupakan potensi masalah kesehatan terutama untuk bayi.

Nitrat toksikosis pada manusia terjadi melalui enterohepatic metabolisme dari nitrates ke amonia dan nitrite menjadi intermediate. Nitrites mengoksidasikan besi atom dalam hemoglobin dari Ferrous Besi<sup>(2+)</sup> untuk Ferric Besi<sup>(3+)</sup> sehingga oksigen tidak dapat dibawa. Kondisi ini disebut *methemoglobinemia* yang mengakibatkan kekurangan oksigen di jaringan organ. *Methemoglobinemia* dapat diobati dengan *methylene* biru yang mengurangi ferric besi<sup>(3+)</sup> dalam sel darah yang terkena kembali ke Ferrous Besi<sup>(2+)</sup>. Nitrate dan nitrite memiliki potensi untuk menimbulkan efek diuresis, peningkatan zat tepung, dan deposito hemorrhaging dari limpa.

Pada tahun 2002 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/L [9], sedangkan pada tahun 2010 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,4 mg/L [1].

### **n. Nitrit**

Nitrit adalah senyawa kimia yang tergolong kimia beracun. Adanya bahan kimia ini di dalam air dapat menimbulkan terbentuknya *methaemoglobin* dalam darah sehingga menghambat perjalanan oksigen dalam tubuh.

Nitrates dan nitrites dapat menimbulkan efek diuresis, peningkatan zat tepung, dan deposito hemorrhaging dari limpa. Pada tahun 2002 dan 2010 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 3 mg/L.

### **o. pH**

Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, sedangkan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Defenisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH adalah singkatan dari *power of Hydrogen*.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan, atau benda. pH normal memiliki nilai 7. Jika nilai  $\text{pH} > 7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa, sedangkan nilai  $\text{pH} < 7$  menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, sedangkan pH 14 menunjukkan derajat kebasaaan tertinggi.

Indikator sederhana yang digunakan untuk mengidentifikasi pH adalah kertas lakmus. Jika warna kertas lakmus berubah menjadi merah maka tingkat keasamannya tinggi, sedangkan jika berubah warna menjadi biru maka tingkat keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian, yaitu elektrode pengukuran pH, elektrode referensi, dan alat pengukur impedansi tinggi.

### **p. Seng**

Unsur ini merupakan logam cukup reaktif yang akan bereaksi dengan oksigen dan non-logam serta bereaksi dengan asam encer untuk melepaskan hidrogen. Seng merupakan unsur umum yang terdapat di alam di mana sejumlah makanan mengandung konsentrasi tertentu



seng. Air minum juga mengandung sejumlah seng yang mungkin akan semakin tinggi jika disimpan dalam wadah logam. Limbah industri berpotensi menyebabkan peningkatan jumlah seng dalam air minum sehingga memicu masalah kesehatan. Seng terjadi secara alami di udara, air, dan tanah. Akan tetapi, peningkatan konsentrasi seng umumnya disebabkan aktivitas manusia. Sebagian seng ditambahkan ke alam selama kegiatan industri, seperti pertambangan, pembakaran batu bara, dan pengolahan baja.

Seng merupakan unsur ke-23 paling melimpah di kerak bumi. Bijih utama seng dikenal sebagai *sفالerit*. Bijih seng lainnya adalah *wurzite*, *smithsonite*, dan *hemimorphite*. Seng digunakan dalam proses peleburan besi serta sebagai campuran paduan logam. Selain itu, seng digunakan sebagai pelat negatif dalam beberapa baterai listrik, atap dan selokan dalam konstruksi bangunan, serta *die casting* di industri otomotif.

Seng oksida digunakan sebagai pigmen putih dalam cat air dan sebagai aktivator dalam industri karet. Sebagai pigmen, seng digunakan dalam industri plastik, kosmetik, kertas fotokopi, wallpaper, dan tinta cetak.

Seng adalah elemen yang sangat penting bagi kesehatan manusia. Asupan seng yang terlalu rendah membuat seseorang kehilangan nafsu makan, penurunan indera perasa dan penciuman, serta luka lambat sembuh. Pada anak-anak, *defisiensi* seng menyebabkan gangguan pertumbuhan, memengaruhi pematangan seksual, mudah terkena infeksi, diare, dan menyebabkan kematian. Kekurangan seng bahkan dapat berbahaya bagi janin yang belum lahir dan janin baru lahir.

Meskipun manusia mampu menangani konsentrasi seng yang cukup tinggi, asupan terlalu tinggi justru menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti kram perut, iritasi kulit, muntah, mual, lemah, lesu, ataksia, dan anemia. Tingkat seng yang sangat tinggi juga dapat merusak pankreas dan mengganggu metabolisme protein serta menyebabkan *arteriosclerosis*.

Produksi seng dunia yang masih tinggi menyebabkan semakin banyak seng yang tersebar ke lingkungan. Air yang tercemar seng dapat meningkatkan keasaman air. Sejumlah besar seng juga ditemukan di tanah. Ketika tanah lahan pertanian tercemar seng, tanaman akan sulit tumbuh pada tanah yang memiliki kandungan seng terlalu tinggi. Seng juga berpotensi mengganggu aktivitas organisme dalam tanah karena berefek negatif pada aktivitas mikroorganisme dan cacing tanah.

### q. Timbal

Timbal bersifat kumulatif. Waktu paruh timbal dalam sel darah merah adalah 35 hari, dalam jaringan ginjal dan hati selama 40 hari, sedangkan dalam tulang selama 30 hari. Mekanisme toksisitas Pb berdasarkan organ yang dipengaruhinya adalah

- sistem *haemopoietik*; Pb menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia.
- sistem saraf; Pb dapat menyebabkan kerusakan otak dengan gejala epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar, dan delirium.
- sistem urinaria; Pb bisa menyebabkan lesi tubulus proksimalis, lengkung henle, serta menyebabkan aminosiduria.
- sistem pencernaan; Pb dapat menyebabkan kolik dan konstipasi.
- sistem kardiovaskular; Pb dapat meningkatkan permeabilitas pembuluh darah.
- sistem reproduksi; Pb dapat menyebabkan keguguran, tidak berkembangnya sel otak embrio, kematian janin waktu lahir, serta hipospermia dan teratospermia pada pria.
- sistem endokrin; Pb dapat menyebabkan gangguan fungsi tiroid dan fungsi adrenal.
- bersifat karsinogenik dalam dosis tinggi.

Pada tahun 2002 dan 2010, Pb tidak dimasukkan ke dalam kriteria parameter persyaratan kualitas air minum.

## 2.2. Mikro organisme

Selain unsur - unsur yang telah dibahas sebelumnya, yaitu sifat fisika-kimia, maka perlu ditinjau pembahasan tentang mikroba yang terdapat pada air. Salah satu mikroba adalah *Escherichia coli*.

*Escherichia coli* atau kerap disebut *E.coli* telah diakui secara internasional sebagai indikator pencemaran tinja. Dalam sumber air, banyaknya *E.coli* berkorelasi dengan masukan dari pencemaran tinja (manusia atau hewan) [10]. Waktu kelangsungan hidup *E.coli* lebih pendek daripada enterococci atau spora clostridial yang bertahan lebih lama, namun dalam jumlah yang lebih rendah dalam tinja. *E. coli* terdiri lebih dari 90 persen dari populasi mikroba dalam feces manusia dan hewan. Pada umumnya, bakteri yang ditemukan oleh Theodor Escherich ini dapat ditemukan dalam usus besar manusia [11]. *E.coli* tidak selalu ada di dalam air minum dan tidak selalu berbahaya, akan tetapi kehadirannya merupakan indikator adanya kontaminasi bakteri patogen. *E. coli* sangat sensitif terhadap desinfektan klorin.

## B. Kapilaritas

---

Kapilaritas adalah perpaduan dari gaya tarik antarmolekul yang sejenis atau gaya kohesi dan gaya tarik antara molekul yang berbeda jenis atau gaya adhesi. Gaya kapilaritas menyebabkan cairan dapat naik dalam celah sempit atau lubang kecil. Contoh fenomena ini adalah kecenderungan handuk kertas kering untuk menyerap cairan dengan menarik cairan ke dalam lubang sempit antarserat. Pengangkutan cairan dalam tanaman juga merupakan contoh kapilaritas. Tanaman melepaskan air dari daunnya, air ditarik ke atas dari akar untuk menggantinya. Kapilaritas pada kolom yang berisi air merupakan hasil dari kohesi molekul air dan gaya adhesi antara fluida dan dinding kolom yang menarik fluida ke atas hingga tercapai kesetimbangan antara massa fluida dan gaya

gravitasi. Semakin kecil jari-jari tabung maka semakin tinggi ketinggian yang dicapai oleh cairan [12].

Kohesi adalah gaya tarik-menarik antarmolekul yang sama. Salah satu aspek yang mempengaruhi daya kohesi adalah kerapatan dan jarak antarmolekul dalam suatu benda. Kohesi berbanding lurus dengan kerapatan suatu benda. Jika kerapatan semakin besar maka gaya kohesi akan didapatkan semakin besar. Benda berbentuk padat memiliki kohesi yang paling besar dalam bentuk cair lebih lemah dan dalam bentuk gas yang memiliki kohesi yang paling lemah. Kohesi menghasilkan fenomena yang dikenal sebagai tegangan permukaan yang memungkinkan benda yang lebih padat dari cairan mengapung pada permukaan cairan tanpa tenggelam.

Ketika gaya tarik antara dua benda tidak seperti bahan, seperti cair dan wadah yang *solid*, kekuatan menarik dikenal sebagai adhesi. Adhesi adalah gaya tarik-menarik antarmolekul yang tidak sejenis dan menjadi kekuatan yang menyebabkan air untuk bergerak naik. Oleh karena itu, bahan yang dipergunakan turut menentukan terjadinya gejala ini. Sebagaimana disebutkan oleh *Kwiatkoswka* bahwa kapilarisasi pada bahan berpori dipengaruhi oleh kerapatan porinya, semakin rapat bahan tersebut maka akan semakin tinggi ketinggian yang dapat dicapai oleh cairan [13].

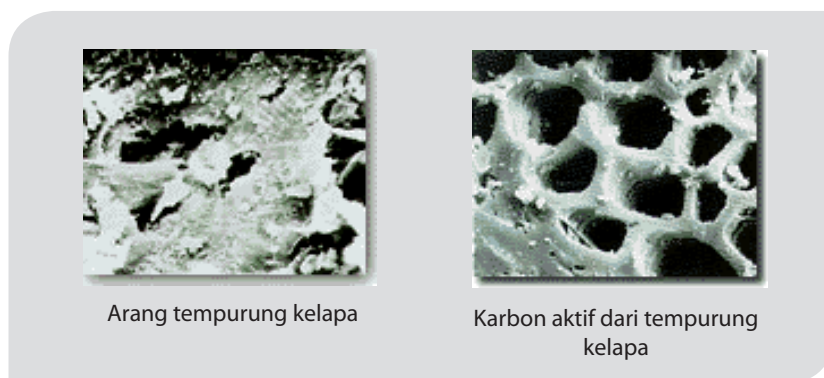
Pergerakan naiknya air yang terjadi karena gaya kohesi dan adhesi ini sangat lambat, seperti yang dikemukakan oleh *Hupka* bahwa kecepatan fluida pada proses kapilarisasi sangat kecil sehingga aliran dikategorikan laminar [14].

## C. Karbon Aktif

---

Karbon aktif adalah bahan yang umum digunakan untuk pemurnian dan pemisahan kontaminan dari cairan atau uap. Proses aktivasi dimulai dengan pemilihan material. Bahan baku yang kerap dipergunakan

dalam pembuatan karbon aktif adalah kayu, gambut, batu bara, batok kelapa dan residu minyak bumi [15]. Bahan dasar yang berbeda akan menghasilkan karbon aktif yang berbeda karakteristiknya.



**Gambar 2.1** Permukaan arang dan karbon aktif tempurung kelapa [15?].

Karbon aktif memiliki jumlah lubang yang sangat banyak sehingga menghasilkan luas permukaan yang besar. Seperti ditampilkan pada Gambar 2.1, jumlah lubang pada arang tempurung kelapa jauh lebih sedikit dari pada jumlah lubang arang yang telah diaktifasi atau karbon aktif. Tampak pori-pori pada karbon aktif sangat banyak sehingga membuat luas permukaan karbon aktif sangat besar. Luasnya permukaan terhadap ukuran partikel karbon aktif menjadi salah satu alasan mengapa karbon aktif menjadi material penyerap yang efektif [16].

Untuk melakukan identifikasi pada karbon aktif digunakan angka *Iodine* dan *Molasses*. Angka *Iodine* merupakan indikasi dari jumlah iod ( $I_2$ ) yang diserap oleh karbon aktif. Angka *Iodine* didefinisikan sebagai miligram  $I_2$  yang diserap oleh setiap gram karbon. Pengertian sebenarnya dari angka *Iodine* adalah volume total pori-pori. Karena  $I_2$  sangat kecil, 10 sampai 20 Å, maka dapat dipergunakan sebagai indikasi kemampuan karbon menyerap molekul yang lebih kecil [16].

Angka *molasses* mewakili jumlah lubang yang besar di dalam karbon aktif. Hal tersebut disebabkan molekul pigmen *molasses* besar, di atas 28 Å. Dengan kata lain, angka *molasses* menyatakan kemampuan karbon aktif untuk menyerap molekul yang lebih besar [16]. Angka *iodine* dan angka *molasses* akan berkurang seiring dengan waktu bila terjadi penyerapan. Hal itu terjadi karena pori-pori mikro di dalam karbon aktif terisi oleh bahan yang diserap.

Selama ini karbon aktif banyak dipergunakan untuk menyerap bahan-bahan organik. Karbon aktif menghilangkan substansi dari air dengan cara adsorpsi. Karbon aktif menggunakan proses penyerapan fisik di mana gaya Van der Waals menarik bahan organik dari larutan ke permukaan karbon aktif dan dihilangkan dari larutan [17].

Pada karbon aktif yang berasal dari kelapa, pada tingkat molekul strukturnya terdiri dari sel-sel yang bersisian dan terhubung dengan rata-rata diameter 25 Å dengan dinding pembatas setebal 4 Å dan lorong-lorong dengan rata-rata diameter 20 Å dengan ketebalan dinding 4 Å, terbentuk dalam kelompok dan tidak dalam [17].

Selain dipergunakan untuk menyerap bahan-bahan organik, belakangan ini karbon aktif juga dipergunakan untuk menghilangkan ion logam dari larutan. Interaksi yang mungkin terjadi antara ion logam dengan karbon aktif adalah ion logam ditukar dengan gugus fungsi asam yang ada di permukaan karbon aktif (fenol, karboksilat, laktonat, hidroksil dan karbonil). Lebih jauh lagi, pada karbon aktif yang berasal dari tempurung kelapa tidak mengandung gugus karboksilat tetapi gugus fenol [18].

## D. Zeolit

---

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium, dan barium. Secara umum, zeolit memiliki molekular struktur yang unik, di mana atom silikon dikelilingi 4 atom

oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat pada jaringan ini, atom digantikan dengan atom aluminium yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom oksigen. Atom aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan silikon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Zeolit juga sering disebut sebagai molekular *sieve*/ molekular *mesh* (saringan molekuler) karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab. Oleh sebab itu, zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Di samping itu, zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misalnya zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini juga menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air. Zeolit dengan ukuran rongga tertentu digunakan juga sebagai katalis untuk mengubah alkohol menjadi hidrokarbon sehingga alkohol dapat digunakan sebagai bensin [19].

Telah bertahun-tahun zeolit digunakan sebagai penukar kation (*cation exchangers*), pelunak air (*water softening*), penyaring molekul (*molecular sieves*) serta sebagai bahan pengering (*drying agents*). Selain itu, zeolit juga telah digunakan sebagai katalis atau pengemban katalis pada berbagai reaksi kimia. Zeolit cukup efektif mengurangi Fe dan Mn dalam air tanah [20]

Zeolit merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina dan silika yang membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/berpori. Muatan negatif pada kerangka zeolit dinetralkan oleh kation yang terikat lemah. Selain kation, rongga zeolit juga terisi oleh molekul air yang berkoordinasi dengan kation.

Zeolit pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetik. Zeolit alam biasanya mengandung kation-kation  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , atau  $Mg^{2+}$ , sedangkan zeolit sintetik biasanya hanya mengandung kation-kation  $K^+$  atau  $Na^+$ . Pada zeolit alam, adanya molekul air dalam pori dan oksida bebas di permukaan, seperti  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  dapat menutupi pori-pori atau situs aktif dari zeolit sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalisis dari zeolit tersebut. Oleh karena itu, zeolit alam perlu diaktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Secara fisika, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan pada suhu 300-400 oC dengan udara panas atau dengan sistem vakum untuk melepaskan molekul air. Sedangkan aktivasi secara kimia, dilakukan melalui pencucian zeolit dengan larutan  $Na_2EDTA$  atau asam-asam anorganik, seperti HF, HCl, dan  $H_2SO_4$  untuk menghilangkan oksida-oksida pengotor yang menutupi permukaan pori.



# **BAB III**

## **HASIL PENGUJIAN**

### **SKALA LABORATORIUM**

Pengujian skala laboratorium yang dilakukan meliputi karakterisasi air banjir di tiga tempat, yaitu Perumahan Ciledug Indah, Kompleks Barata Tangerang, dan kawasan industri Pulogadung serta menguji parameter hasil filtrasi.

#### **A. Karakterisasi Air Banjir**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan-kandungan yang terdapat di dalam air banjir di perkotaan, kawasan industri, dan kawasan pedesaan yang dibandingkan dengan standar air minum sesuai keputusan menteri kesehatan RI nomor 492/MenKes/Per/VI/2010.

Air baku yang diambil adalah air banjir dari tiga tempat, yaitu Perumahan Ciledug Indah, Kompleks Barata Tangerang, dan kawasan industri Pulogadung. Ketiga tempat tersebut dianggap mewakili tiga karakteristik lingkungan.

Pada tahap ini, pengujian yang dilakukan adalah pengujian fisika dan kimia. Zat organik yang diuji pada tahap ini adalah pengujian zat organik umum. Bakteriologis belum diperiksa pada tahap ini karena diasumsikan bahwa contoh air banjir memiliki jumlah bakteri yang tinggi. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa limbah yang di ambil dari kawasan Perumahan ciledug Indah ini memiliki beberapa unsur fisika yang melebihi ambang batas seperti terlihat pada tabel 3.1 berikut ini.

**Tabel 3.1** Karakterisasi Air Banjir di Perumahan Ciledug Indah, Kompleks Barata Tangerang, dan kawasan industri Pulogadung.

No	Parameter	Satuan	Perumahan Ciledug Indah	Kompleks Barata Tangerang	Kawasan Industri Pulogadung	Kadar Maksimum yang di Perbolehkan untuk Air Minum
<b>A. FISIKA</b>						
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak Berbau
2	Jumlah zat padat terlarut	mg/l	288,4	122,2	308,4	500
3	Kekeruhan	Skata NTU	22	63	12	5
4	Suhu	°C	25	25	25	
5	Wama	Skala TCU	18	12	10	15
<b>B. KIMIA</b>						
1	Air Raksa	mg/l	tt<0,0005	tt<0,0005	tt<0,0005	0,001
2	Alumunium	mg/l	0,4486	tt<0,0848	tt<0,0848	0,2
3	Arsen	mg/l	tt<0,0147	tt<0,0147	tt<0,0147	0,01
4	Barium	mg/l	0,0538	0,0379	0,0379	0,7

No	Parameter	Satuan	Perumahan Cileduk Indah	Kompleks Barata Tangerang	Kawasan Industri Pulo-gadung	Kadar Maksimum yang di Perbolehkan untuk Air Minum
5	Besi	mg/l	0,9204	0,1099	1,0204	0,3
6	flourida	mg/l	0,33	0,2	0,2	1,5
7	Kadmium	mg/l	tt<0,00014	tt<0,00014	tt<0,00015	0,003
8	Kesadahan (CaCO3)	mg/l	141,1	146	204	500
9	Klorida	mg/l	41,88	94,41	64,43	250
10	Total Kromium	mg/l	tt<0,0322	tt<0,0322	tt<0,0322	0,05
11	Mangan	mg/l	0,1728	tt<0,004	tt<0,004	0,4
12	Natrium	mg/l	30,3	36,74	56,44	200
13	Nitrat	mg/l	22,1	28,56	20,1	50
14	Nitrit	mg/l	tt<0,0147	tt<0,0147	tt<0,0148	3
15	pH		8,04	7,98	7,94	6,5 - 8,5
16	Selenium	mg/l	tt<0,0033	tt<0,0033	tt<0,0033	0,01
17	Seng	mg/l	0,0431	tt<0,0200	0,2044	3
18	Sianida	mg/l	0,005	0,01	0,01	0,07
19	Sulfat	mg/l	53,322	64,01	33,01	250
20	Tembaga	mg/l	tt<0,0069	tt<0,0069	tt<0,0069	2
21	Timbal	mg/l	tt<0,0116	tt<0,0116	tt<0,0116	0,01
22	Amonia	mg/l	tt<0,02	tt<0,02	tt<0,02	1,5
23	Zat Organik (KmnO4)	mg/l	11,67	18,15	49,25	10
23	Nikel	mg/l	tt<0,0027	tt<0,0027	tt<0,0028	0,07

Ambang batas yang di pergunakan pada pengujian ini sesuai dengan PerMenKes RI. No.492/MenKes/Per/VI/2010 tentang kualitas air minum. Pada Permenkes tersebut, kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 5 NTU. Hal ini sesuai dengan standar yang ditentukan badan kesehatan dunia WHO.

Hasil laboratorium menunjukkan bahwa kekeruhan pada contoh air banjir di Perumahan Cileduk Indah, Kompleks Barata Tangerang,

dan Pulogadung adalah 22, 63, dan 12. Itu berarti lebih tinggi daripada ambang batas yang diperbolehkan. Selain kekeruhan, unsur fisik lain yang tidak memenuhi ambang batas adalah warna. Warna pada peraturan menteri kesehatan tentang air minum adalah 15 TCU, sedangkan hasil pengujian menunjukkan hasil 22 TCU. Pada unsur-unsur kimia, ada tiga unsur yang tidak memenuhi ambang batas yang ditetapkan pada Permenkes, yaitu Alumunium, Besi, dan zat organik.

Alumunium memiliki ambang batas 0,2 mg/l, sedangkan hasil laboratorium menunjukkan bahwa alumunium yang terkandung di dalam air banjir dari Perumahan Ciledug Indah adalah 0,45 mg/l. Besi pada peraturan menteri kesehatan memiliki ambang batas 0,3 mg/l, sedangkan hasil laboratorium pada air banjir Perumahan Ciledug Indah dan Pulogadung menunjukkan hasil 0,92 mg/l dan 1,02 mg/l. Pada zat organik hasil laboratorium menunjukkan bahwa ketiga contoh memiliki nilai yang melebihi ambang batas, 10 mg/l, yaitu 11,67 mg/l untuk air banjir Perumahan Ciledug Indah; 18,15 mg/l untuk air banjir Kompleks Barata, dan 49,25 mg/l untuk air banjir di Pulogadung.

## **B. Hasil Uji Parameter Hasil Filtrasi**

---

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui parameter - parameter hasil proses filtrasi dengan metode kapilaritas berupa waktu, pH, dan Tds. Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian laboratorium di dapat data sebagai berikut.

**Tabel 3.2** Hasil Uji Laboratorium Parameter Hasil Filtrasi

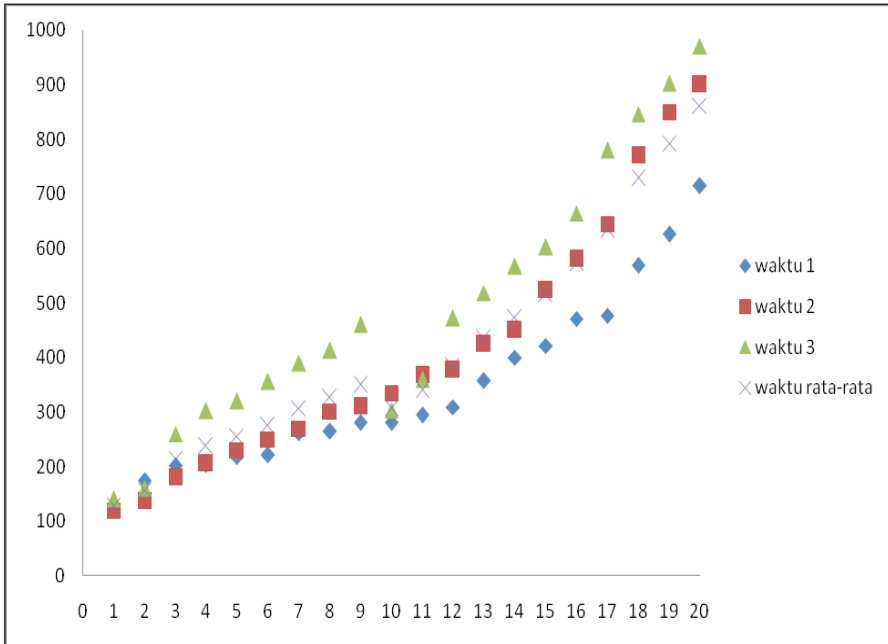
Sampel	Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	pH 1	pH 2	pH 3	TDS 1 (ppm)	TDS 2 (ppm)	TDS 3 (ppm)
1	122	120	140	7.23	7.22	7.2	125	122	120
2	174	136	160	7.27	7.22	7.23	127	122	119
3	202	180	260	7.27	7.25	7.28	128	122	119
4	204	206	302	7.29	7.3	7.28	128	121	118
5	218	230	320	7.29	7.28	7.3	126	121	119
6	221	250	355	7.3	7.28	7.28	124	120	118
7	262	270	389	7.31	7.35	7.28	124	119	117
8	265	301	413	7.28	7.32	7.33	123	119	117
9	280	310	460	7.3	7.3	7.2	122	118	115
10	280	335	303	7.21	7.31	7.3	123	118	115
11	294	367	360	7.31	7.35	7.33	124	117	114
12	309	377	472	7.35	7.35	7.38	122	118	114
13	358	425	518	7.41	7.35	7.38	120	118	114
14	400	450	567	7.39	7.39	7.36	122	117	113
15	422	523	602	7.31	7.38	7.38	121	117	114
16	471	580	664	7.36	7.4	7.42	120	116	114
17	477	645	780	7.43	7.36	7.42	119	116	113
18	569	770	846	7.38	7.38	7.42	119	116	114
19	626	850	902	7.38	7.35	7.42	117	116	113
20	715	900	970	7.37	7.39	7.42	117	116	113

Ada tiga parameter yang akan dibahas dari hasil filtrasi pada pengujian ini.

## 1. Waktu

Tabel 3.3 Waktu Penampungan Hasil Filtrasi

Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	Waktu Rata-rata
122	120	140	127
174	136	160	157
202	180	260	214
204	206	302	237
218	230	320	256
221	250	355	275
262	270	389	307
265	301	413	326
280	310	460	350
280	335	303	306
294	367	360	340
309	377	472	386
358	425	518	434
400	450	567	472
422	523	602	516
471	580	664	572
477	645	780	634
569	770	846	728
626	850	902	793
715	900	970	862



**Gambar 3.1** Grafik Waktu

Grafik di atas menggambarkan waktu yang dibutuhkan laju air untuk mencapai volume 100 mL air setiap botolnya. Pada grafik menjelaskan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menampung 100 mL air setiap sampelnya untuk 20 sampel pertama dan 20 sampel kedua mengalami penambahan waktu atau waktu yang dibutuhkan pengisian botol sampel selanjutnya lebih lama dibandingkan botol sampel sebelumnya. Akan tetapi, hal ini tidak terjadi pada 20 sampel ketiga. Waktu yang dibutuhkan sampel no 10 selama 303 detik dan sampel no 11 selama 360 detik lebih cepat dibandingkan sebelumnya, yaitu sampel no 9 selama 460 detik, walaupun waktu yang dibutuhkan sampel no 19 lebih lama, yaitu 360 detik dibandingkan sampel no 10, yaitu 303 detik tetapi masih dibawah sampel no 9 selama 460 detik. Pertambahan waktu yang mendekati sampel no 9 baru terlihat pada sampel no 12 selama 472 detik.

Jadi, waktu rata-rata yang dibutuhkan mencapai 100 mL air per botolnya untuk sampel selanjutnya akan lebih lama dibandingkan sampel sebelumnya, meskipun waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk sampel no 10 selama 306 detik, yaitu rata-rata dari sampel no 10 waktu 1 sebesar 280 detik, waktu 2 sebesar 335 detik, dan waktu 3 sebesar 303 detik dan sampel no 11 selama 340 detik yang didapat dari rata-rata sampel no 11 waktu 1 sebesar 294 detik, waktu 2 sebesar 367 detik, dan waktu 3 sebesar 360 detik lebih cepat dibandingkan waktu rata-rata yang dibutuhkan sampel no 9 sebesar 350 detik yang didapat dari sampel no 9 waktu 1 sebesar 280 detik, waktu 2 sebesar 310 detik, waktu 3 sebesar 460 detik.

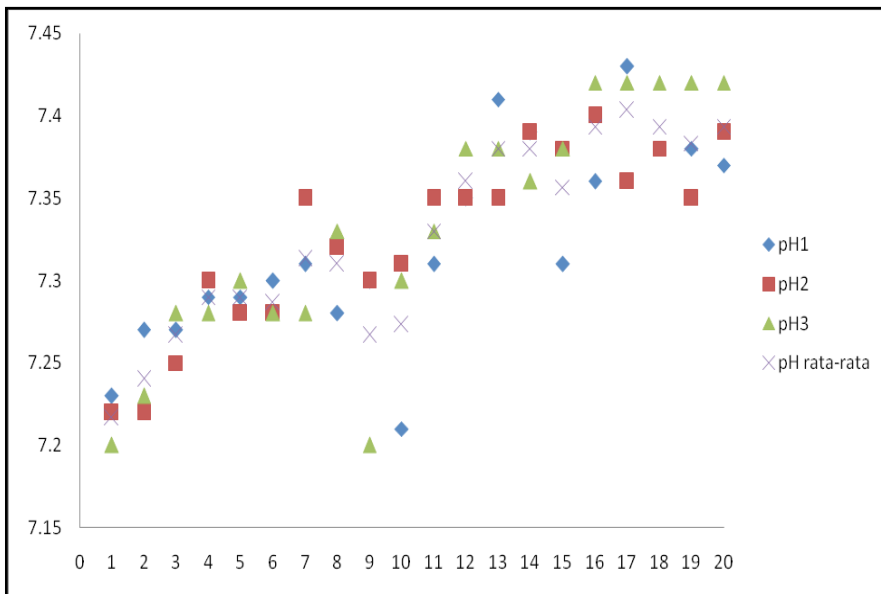
Pertambahan waktu tersebut disebabkan oleh laju air yang semakin berkurang. Pengurangan laju air yang mengalir di dalam filter disebabkan oleh adanya lumpur yang tertangkap oleh media penyaring. Air yang mengalir melalui ruang di antara media masih membawa lumpur halus yang semakin lama semakin banyak dan mengurangi ruang di antara media penyaring. Dengan semakin mengecilnya ruang yang dilalui oleh air, maka air yang dapat melewati ruang-ruang tersebut menjadi berkurang yaitu dari 0,787 ml/s menjadi 0,116 ml/s.



## 2. pH

Tabel 3.4 pH Hasil Filtrasi

pH1	pH2	pH3	pH rata-rata
7.23	7.22	7.2	7.22
7.27	7.22	7.23	7.24
7.27	7.25	7.28	7.27
7.29	7.3	7.28	7.29
7.29	7.28	7.3	7.29
7.3	7.28	7.28	7.29
7.31	7.35	7.28	7.31
7.28	7.32	7.33	7.31
7.3	7.3	7.2	7.27
7.21	7.31	7.3	7.27
7.31	7.35	7.33	7.33
7.35	7.35	7.38	7.36
7.41	7.35	7.38	7.38
7.39	7.39	7.36	7.38
7.31	7.38	7.38	7.36
7.36	7.4	7.42	7.39
7.43	7.36	7.42	7.40
7.38	7.38	7.42	7.39
7.38	7.35	7.42	7.38
7.37	7.39	7.42	7.39



**Grafik 3.2** pH

pH menunjukkan tingkat keasaman dan kebasahan suatu zat. Berdasarkan grafik, pH minimum yang dihasilkan 20 sampel pertama adalah 7,23 pada sampel no 1 dan pH maksimum yang dihasilkan adalah 7,43 pada sampel no 17. Untuk 20 sampel kedua, pH minimumnya sebesar 7,22 pada sampel no 1 dan no 2 dan pH maksimumnya sebesar 7,40 pada sampel no 16. Sedangkan 20 sampel ketiga, pH minimumnya sebesar 7,20 pada sampel no 1 dan no 9 dan pH maksimumnya sebesar 7,42 pada sampel no 16, no 17, no 18, no 19, dan no 20.

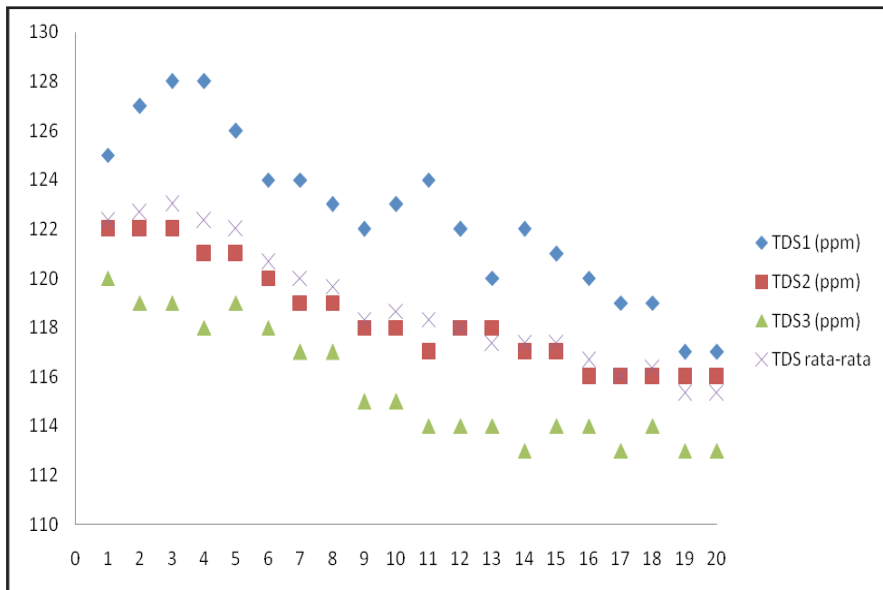
Jadi, pH rata – rata minimum berdasarkan grafik adalah 7,22, yaitu rata – rata yang didapat dari sampel no 1 pH1 sebesar 7,23, sampel no 1 pH2 sebesar 7,22, dan sampel no 1 pH3 sebesar 7,2. pH maksimum rata – rata adalah 7,40, yaitu rata – rata dari sampel no 17 pH1 sebesar 7,43, no 17 pH2 sebesar 7,36, dan no 17 pH3 sebesar 7,42.

Kenaikan pH pada hasil filtrasi dengan metode kapilaritas dikarenakan bahan filtrasi yang digunakan karbon aktif dan zeolit. Karbon aktif merupakan material penyerap yang efektif dan pengikat ion-ion logam dalam larutan. Pada proses filtrasi, unsur-unsur logam dalam air banjir akan diuraikan menjadi ion-ion logam dan ion hidroksida  $[OH^-]$ . Ion-ion logam akan ditarik karbon aktif dengan gaya Van der Waals sehingga yang tertinggal adalah ion  $[OH^-]$ . Interaksi ion-ion logam dengan karbon aktif adalah ion logam ditukar dengan gugus fungsi asam yang ada di permukaan karbon aktif sehingga ion-ion  $[H^+]$  berkurang. Selain pengaruh karbon aktif, zeolit sebagai bahan filtrasi berpengaruh juga terhadap kenaikan pH hasil filtrasi air banjir tersebut. Air banjir yang melewati zeolit akan diikat kation-kationnya karena zeolit sendiri bermuatan negatif untuk penyeimbangan ion sehingga yang tertinggal adalah ion-ion negatifnya. Berkurangnya ion-ion  $[H^+]$  dan tersisanya ion-ion  $[OH^-]$  pada hasil filtrasi menyebabkan kenaikan pH walaupun tidak significant.

### 3. Tds

Tabel 3.5 Tds Hasil Filtrasi

TDS1 (ppm)	TDS2 (ppm)	TDS3 (ppm)	TDS rata-rata
125	122	120	122.33
127	122	119	122.67
128	122	119	123.00
128	121	118	122.33
126	121	119	122.00
124	120	118	120.67
124	119	117	120.00
123	119	117	119.67
122	118	115	118.33
123	118	115	118.67
124	117	114	118.33
122	118	114	118.00
120	118	114	117.33
122	117	113	117.33
121	117	114	117.33
120	116	114	116.67
119	116	113	116.00
119	116	114	116.33
117	116	113	115.33
117	116	113	115.33



**Gambar 3.3** Tds

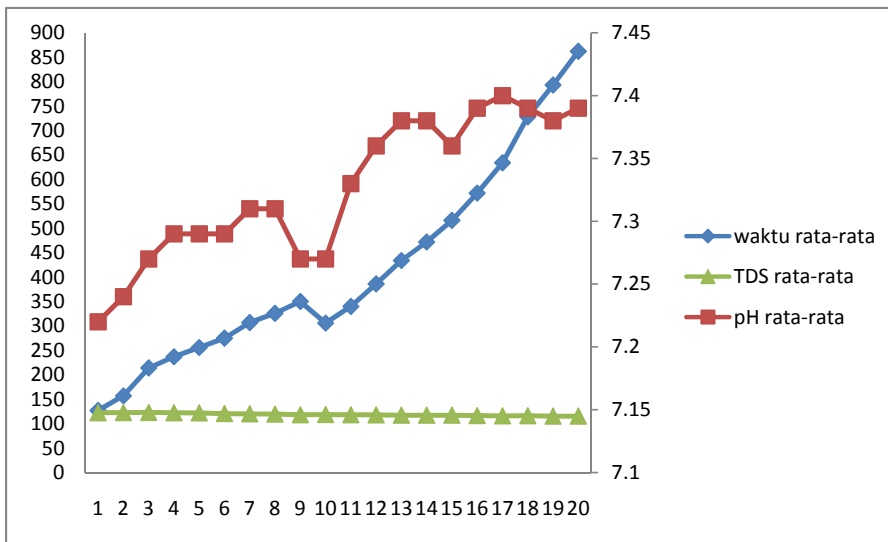
Grafik di atas menjelaskan total banyaknya zat padat yang terlarut pada suatu zat atau disingkat Tds. Tds minimum untuk 20 sampel pertama sebesar 117 yang dihasilkan sampel no 11 dan sampel no 20. Sedangkan untuk Tds sampel maksimumnya adalah 128 yang dihasilkan sampel no 3 dan no 4. Untuk 20 sampel kedua, Tds minimum yang dihasilkan sebesar 116 yang dihasilkan sampel no 16, no 17, no 18, no 19, dan no 20. Tds sampel maksimum untuk 20 sampel kedua adalah 122 yang dihasilkan sampel no 1, no 2, dan no 3. Tds minimum untuk 20 sampel ketiga sebesar 113 yang dihasilkan oleh sampel no 20, no 19, no 17, dan no 14. Ini berbeda dengan 20 sampel pertama dan 20 sampel kedua, di mana letaknya Tdsnya tidak menyebar seperti Tds 20 sampel ketiga. Untuk 20 sampel ketiga, Tds maksimumnya sebesar 120 yang dihasilkan sampel no 1.

Jadi, Tds rata-rata minimum sebesar 115,3 yang merupakan rata-rata dari sampel no 19 dan no 20 TDS1 sebesar 117, no 19 dan no 20 TDS2 sebesar 116 dan no 19 dan no 20 TDS3 sebesar 113,33 sedangkan nilai Tds maksimum sebesar 123 yang dihasilkan oleh sampel no 3 yang merupakan rata-rata dari sampel no 3 TDS1 sebesar 128, no 3 TDS2 sebesar 122, dan no 3 TDS3 sebesar 119 . Waktu rata-rata, pH rata-rata, TDS rata-rata.

Tds pada hasil filtrasi mengalami penurunan disebabkan karbon aktif dapat menangkap banyak molekul organik di permukaannya terutama molekul-molekul logam sehingga terjadi pengendapan unsur-unsur logam pada permukaan karbon aktif. Zeolit bermuatan negative yang mempunyai gugus aktif penukar ion berupa kation berperan sebagai penyeimbang muatan yang dapat dipertukarkan dengan kation-kation lainnya. Hal tersebut menyebabkan permukaan zeolit yang semula negative karena anion akan menjadi positif karena menumpuknya kation-kation pada permukaannya. Pengendapan unsur-unsur logam pada permukaan karbon aktif dan penumpukan kation-kation unsur pada permukaan zeolit menyebabkan penurunan TDS pada hasil filtrasi.

**Tabel 3.6** Waktu Rata-rata, pH Rata-rata,  
TDS Rata-rata Hasil Filtrasi

<b>Waktu rata-rata</b>	<b>pH rata-rata</b>	<b>TDS rata-rata</b>
127	7.22	122.33
157	7.24	122.67
214	7.27	123.00
237	7.29	122.33
256	7.29	122.00
275	7.29	120.67
307	7.31	120.00
326	7.31	119.67
350	7.27	118.33
306	7.27	118.67
340	7.33	118.33
386	7.36	118.00
434	7.38	117.33
472	7.38	117.33
516	7.36	117.33
572	7.39	116.67
634	7.4	116.00
728	7.39	116.33
793	7.38	115.33
862	7.39	115.33



**Grafik 3.4** Waktu Rata-rata, pH Rata-rata, TDS Rata-rata Hasil Filtrasi

Grafik 3.4 menggambarkan waktu rata – rata terkecil laju air 100 mL/ detik adalah 127 detik pada sampel no 1, sedangkan waktu rata – rata terbesarnya pada sampel no 20 sebesar 862 detik. Pada sampel no 1 sampai no 9 dan sampel no 10 sampai sampel no 20 terjadi kenaikan waktu rata – rata untuk mencapai volume air 100 mL per botolnya. Akan tetapi, waktu yang dibutuhkan sampel no 10 sebesar 306 detik dan no 11 sebesar 340 detik lebih cepat dibandingkan waktu yang dibutuhkan sampel no 9 sebesar 350 detik.

pH rata-rata minimum berdasarkan hasil filtrasi yang digambarkan grafik sebesar 7,22 pada sampel no 1, sedangkan pH maksimum pada sampel no 17 sebesar 7,40. pH rata – rata minum dan maksimum masih berada pada ambang batas pH air bersih berdasarkan peraturan menteri kesehatan RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, yaitu sebesar 6,5 – 8,5.



Berdasarkan grafik, hasil Tds rata – rata minimum adalah 115,33 pada sampel no 19 dan sampel no 20, sedangkan Tds rata – rata maksimum adalah 123 pada sampel no 3. Nilai Tds rata – rata sebesar 115,33 – 123 masih berada di bawah ambang batas menurut peraturan menteri kesehatan RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, yaitu sebesar 500.

Grafik di atas menjelaskan bahwa waktu laju aliran air berpengaruh terhadap perubahan pH dan Tds. Semakin besar waktu yang dibutuhkan air untuk mencapai volumen 100 mL pada sampel maka pH yang dihasilkan sampel semakin besar sedangkan Tds yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin besar waktu yang dibutuhkan berarti laju aliran air semakin rendah akibat endapan lumpur yang semakin banyak dan tekanan air yang semakin rendah. Endapan Lumpur yang banyak pada permukaan bahan filtrasi, berarti banyak terikatnya ion logam – ion logam pada permukaan karbon aktif dan menumpuknya ion – ion positif (kation) pada permukaan zeolit menyebabkan terjadinya kenaikan pH dan penurunan TDS hasil filtrasi.

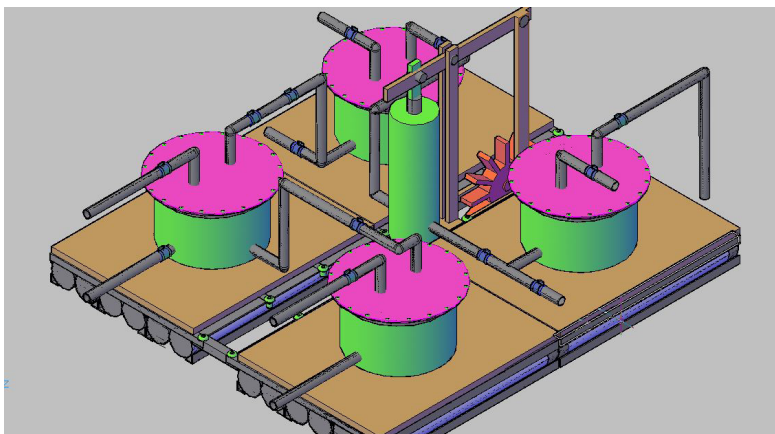


# BAB IV

## PEMBUATAN

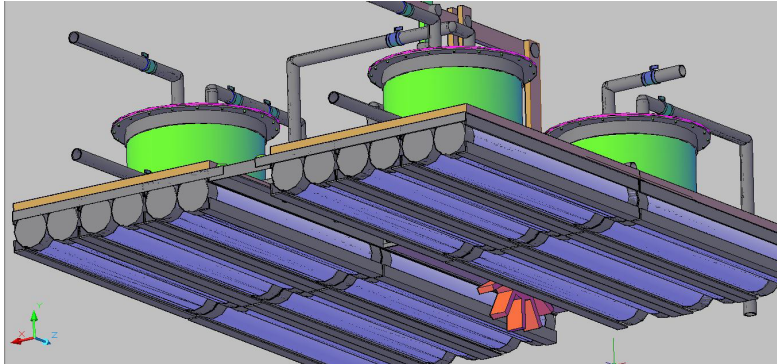
### RANCANGAN ALAT

Berdasarkan rancangan seperti terlihat pada gambar 4.1 berikut ini.



**Gambar 4.1** Rancangan Alat Tampak Atas

Alat ini memiliki empat buah kolom penyaring yang berfungsi untuk menyaring air banjir yang masuk. Pada bagian bawah alat ini dipasang pipa-pipa yang berfungsi sebagai pelampung, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

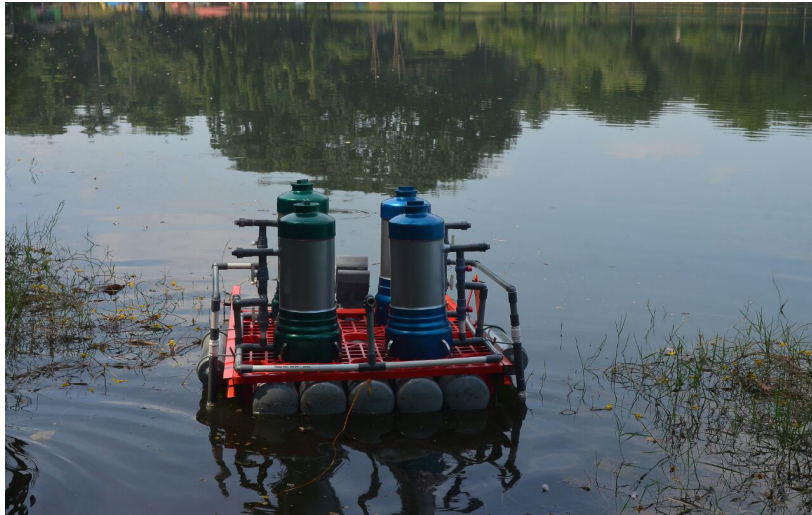


**Gambar 4.2** Rancangan Alat Tampak Bawah

Rancangan di atas sebagai pedoman dalam pembuatan alat sehingga menghasilkan alat yang sesuai dengan rancangan seperti tampak pada gambar di bawah ini.



**Gambar 4.3** Perakitan Alat di Laboratorium



**Gambar 4.4** Uji Coba Penggunaan Alat

Air banjir yang mengalir akan menggerakkan kincir pada alat ini. Kincir yang berputar akan menggerakkan pompa pada kedua sisi alat sehingga memompa air masuk ke dalam kolom. Pompa yang memompa dengan debit 1,7 liter per menit akan mengalirkan air banjir secara perlahan. Aliran air banjir masuk dengan perlahan akan menyebabkan sedimen - sedimen kasar yang terdapat pada air banjir mengendap dan mengurangi beban pada filter pasir. Filter pasir mesh 30 dan 80 sebanyak 25 kg ditempatkan pada kolom pertama dan kedua. Kedua kolom berfungsi untuk menyaring sedimen - sedimen halus yang terbawa ke dalam kolom. Air yang telah melewati kolom pasir akan mengalir memasuki kolom zeolite. Seperti telah disebutkan pada bab terdahulu, zeolite berfungsi untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn. Selain itu, zeolite juga dimanfaatkan untuk mengurangi kation di dalam air dengan cara pertukaran ion. Setelah keluar dari kolom zeolite, air akan mengalir melalui pencampur dengan klorin tablet. Klorin di alat ini difungsikan sebagai *disinfectant* yang akan mengurangi resiko adanya mikro organisme yang dapat menyebabkan disentri. Klorin yang terkandung di

dalam air akan diserap oleh karbon aktif yang akan dilewati air setelah pencampur klorin. Karbon aktif banyak sekali digunakan dalam proses pemurnian air terutama untuk mengurangi bau dan zat organik. Klorin juga akan diserap oleh karbon aktif sehingga setelah air melewati karbon aktif, bau klorin sudah dapat dihilangkan.

Air yang keluar dari alat ini menjadi jernih dan tidak berbau. Oleh karena itu, air tersebut dapat dipergunakan untuk kegiatan-kegiatan MCK pada daerah banjir. Ini dapat terlihat dari hasil uji laboratorium air hasil keluaran alat ini pada tabel di bawah 4.1 di bawah ini.

**Tabel 4.1** Hasil Uji Laboratorium Air Hasil Keluaran Alat Pengolahan Air Banjir

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI SEBELUM ALAT	HASIL UJI SESUDAH KELUAR ALAT	KADAR MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN UNTUK AIR MINUM
1	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak Berbau
2	Jumlah zat padat terlarut	mg/l	308,4	155	500
3	Kekeruhan	Skata NTU	12	0,40	5
4	Suhu	°C	25	24,9	Suhu udara $\pm 3^{\circ}$
5	Warna	Skala TCU	10	tt<2	15
6	Air Raksa	mg/l	tt<0,0005	tt<0,0005	0,001
7	Alumunium	mg/l	tt<0,0848	0,0571	0,1
8	Arsen	mg/l	tt<0,0147	tt<0,0021	0,01
9	Barium	mg/l	0,0379	0,0243	0,7
10	Besi	mg/l	1,0204	tt<0,0178	0,3
11	flourida	mg/l	0,2	tt<0,03	1,5
12	Kadmium	mg/l	tt<0,00015	0,0008	0,003

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI SEBELUM ALAT	HASIL UJI SESUDAH KELUAR ALAT	KADAR MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN UNTUK AIR MINUM
13	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	204	99,80	500
14	Klorida	mg/l	64,43	56,98	250
15	Total Kromium	mg/l	tt<0,0322	tt<0,0004	0,05
16	Mangan	mg/l	tt<0,004	tt<0,0007	0,4
17	Natrium	mg/l	56,44	13,52	200
18	Nitrat	mg/l	20,1	24,07	50
19	Nitrit	mg/l	tt<0,0148	tt<0,012	3
20	pH	-	7,94	7,77	6,5 - 8,5
21	Selenium	mg/l	tt<0,0033	tt<0,0021	0,01
22	Seng	mg/l	0,2044	tt<0,0335	3
23	Sianida	mg/l	0,01	tt<0,0015	0,07
24	Sulfat	mg/l	33,01	27,87	250
25	Tembaga	mg/l	tt<0,0069	0,0039	1
26	Timbal	mg/l	tt<0,0116	tt<0,0013	0,01
27	Amonia	mg/l	tt<0,02	0,07	1,5
28	Zat Organik (KmnO <sub>4</sub> )	mg/l	49,25	2,59	10
29	Nikel	mg/l	tt<0,0028	0,0024	0,07

Hasil laboratorium di atas menunjukkan bahwa parameter yang diperiksa memenuhi batas persyaratan air minum. Meskipun terdapat klorin pada alat ini sebagai desinfektan, air yang keluar dari alat ini belum disarankan untuk dipergunakan sebagai air minum tanpa proses pemasakan. Rekomendasi untuk langsung minum belum dapat diberikan karena belum ada pengujian mikrobiologi untuk mendukung hipotesa tersebut.





# DAFTAR PUSTAKA

- [1] Keputusan Menteri Kesehatan RI, Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- [2] Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 21st ed, American Public Health Association, 2011.
- [3] JEKEL MR, 1991, *Aluminum in water: How it can be removed? Use of aluminum salts in treatment. Proc. of the Int. Water Supply Ass., Copenhagen, Denmark, May 25-31.*
- [4] P T Srinivasan<sup>1</sup>, T Viraraghavan<sup>1</sup>, K S Subramanian, 1999, *Aluminium in drinking water: An overview*, ISSN 0378-4738, Water SA, Vol. 25 No. 1 January 1999.
- [5] Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. *Health criteria and other supporting information*. World Health Organization, Geneva, 1996.
- [6] <http://www.epa.gov>
- [7] Keputusan menteri Lingkungan Hidup no 51 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Air Laut.

- [8] Peraturan Pemerintah no 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- [9] Keputusan Menteri Kesehatan RI, Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, 29 Juli 2002.
- [10] Edberg SC, Rice EW, Karlin RJ, Allen MJ, Standard *Escherichia coli*: *the best biological drinking water indicator for public health protection*. Symp Ser Soc Appl Microbiol. 2000;(29):106S-116S.
- [11] [id.wikipedia.org/wiki/Escherichia\\_coli](http://id.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli).
- [12] Brady N.C, Weil R.R. 2004. *The nature and Properties of Soils*. 13th Ed. New Jersey. Prentice Hall.
- [13] Kwiatkoswka I, Hupka J, Holownia D. 2008. *An Investigation on Wetting of Porous Materials. Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 42:251-262.
- [14] Hupka J, Trong D.V. 2005. Characterization of Porous Materials by Capillary Rise Method. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 39:47-46.
- [15] S.S. Barton, M.J.B. Evans, E. Halliop, J.A.F. MacDonald, *Acidic and basic sites on the surface of porous carbon*, Carbon 35 (9) (1997) 1361–1366.
- [16] P. Chingombe, B. Saha, R.J. Wakeman, *Surface modification and characterization of a coal-based activated carbon*, Carbon 43 (2005) 3132–3143.
- [17] Sotelo J.L. Ovejero G., Delgado J.A., Martinez I., *Adsorption of lindare from water onto GAC: effect of carbon loading on kinetic behavior* Chem. Eng Journal 87 (2002) 111.
- [18] Faur-Brasquet C, Kadirvelu K, Le Cloirec P, *Removal of metal ions from aqueous solution by adsorption onto activated carbon cloths: adsorption competition with organic matter*. Carbon 2002; 40: 2387–2392.
- [19] <http://id.wikipedia.org/wiki/Zeolit>.
- [20] Abdur Rahman, Budi Hartono, Penyaringan Air Tanah dengan Zeolit Alami untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan, MAKARA, Kesehatan, Vol. 8, No. 1, Juni 2004: 1-6.

# LAMPIRAN



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN  
PERATURAN PEMERINTAH  
NOMOR 82 TAHUN 2001  
TANGGAL 14 Desember 2001  
TENTANG PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN  
PENGELOLAAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
<b>FISIKA</b>						
Temperatur	°C	deviasi 3 1000	deviasi 3 1000	deviasi 3 1000	deviasi 5 2000	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
<b>KIMIA ANORGANIK</b>						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO <sub>3</sub> sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi Perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH <sub>3</sub>
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Kromium (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L

Mangan ...



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

- 2 -

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
<b>FISIKA</b>						
Mangan	mg/L	0.1	(-)	(-)	(-)	(-)
Air Raksa	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.005	0.005
Seng	mg/L	0.05	0.05	0.05	2	2
Klorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	(-)
Sianida	mg/L	0.02	0.02	0.02	(-)	(-)
Fluorida	mg/L	0.5	1.5	1.5	(-)	(-)
Nitrit sebagai N	mg/L	0.06	0.06	0.06	(-)	(-)
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	(-)
Klorin bebas	mg/L	0.03	0.03	0.03	(-)	(-)
Bekas sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	0.002	0.002	(-)	(-)
<b>MIKROBIOLOGI</b>						
- Fecal coliform	Jml/100 ml	100	1000	2000	2000	2000
- Total coliform	Jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	10000
<b>RADIOAKTIVITAS</b>						
- Gross- A	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
- Gross- B	Bq/L	1	1	1	1	1
<b>KIMIA ORGANIK</b>						
Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	(-)
Deterjen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	(-)
Senyawa Fenol sebagai fenol	ug/L	1	1	1	(-)	(-)
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	(-)
Aldrin /Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	(-)
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	(-)
DDT	ug/L	2	2	2	2	2
Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 mL dan Total coliform ≤ 10000 jml/100 mL.						



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Heptachlor dan heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Enderin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphen	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

**Keterangan:**

mg = miligram

ug = mikrogram

ml = milliliter

L = Liter

Bq = Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas-kelas tersebut tidak dipersyaratkan

Tanda ≤ adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

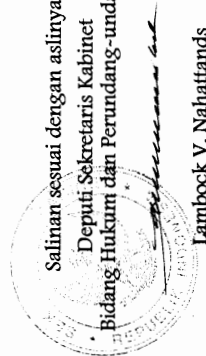
titid

MEGAWATI SOEKARNOPUTRI

Salinan sesuai dengan aslinya

Deputi Sekretaris Kabinet

Bidang Hukum dan Perundang-undangan,



Lamboek V. Nahattands

**Lampiran I : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup**  
**Nomor : 51 Tahun 2004**  
**Tanggal : 8 April 2004**

**BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI**

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>FISIKA</b>			
1.	Kecerahan <sup>a</sup>	m	>3
2.	Kebauan	-	tidak berbau
3.	Padatan tersuspensi total <sup>b</sup>	mg/l	80
4.	Sampah	-	nihil <sup>1(4)</sup>
5.	Suhu <sup>c</sup>	°C	alami <sup>3(c)</sup>
6.	Lapisan minyak <sup>5</sup>	-	nihil <sup>1(5)</sup>
<b>KIMIA</b>			
1.	pH <sup>d</sup>	-	6,5 - 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	alami <sup>3(e)</sup>
3.	Ammonia total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
4.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,03
5.	Hidrokarbon total	mg/l	1
6.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
7.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
8.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
9.	Minyak dan Lemak	mg/l	5
10.	TBT (tri butil tin) <sup>6</sup>	µg/l	0,01
<b>Logam terlarut:</b>			
11.	Raksa (Hg)	mg/l	0,003
12.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01
13.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,05
14.	Timbal (Pb)	mg/l	0,05
15.	Seng (Zn)	mg/l	0,1
<b>BIOLOGI</b>			
1.	Coliform (total) <sup>f</sup>	MPN/100 ml	1000 <sup>(f)</sup>

Keterangan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm

6. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
- a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
  - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
  - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami
  - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
  - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
  - f. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan  
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hoetomo, MPA.



**Lampiran II : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup****Nomor : 51 Tahun 2004****Tanggal : 8 April 2004****BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI**

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>FISIKA</b>			
1.	Warna	Pt. Co	30
2.	Bau		Tidak berbau
3.	Kecerahan <sup>a</sup>	m	>6
4.	Kekeruhan <sup>a</sup>	ntu	5
5.	Padatan tersuspensi total <sup>b</sup>	mg/l	20
6.	Suhu <sup>c</sup>	°C	alami <sup>3(c)</sup>
7.	Sampah	-	nihil <sup>1(4)</sup>
8.	Lapisan minyak <sup>5</sup>	-	nihil <sup>1(5)</sup>
<b>KIMIA</b>			
1.	pH <sup>d</sup>	-	7 - 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	alami <sup>3(e)</sup>
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	nihil <sup>1</sup>
6.	Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	nihil <sup>1</sup>
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil <sup>1</sup>
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	nihil <sup>1</sup>
9.	Surfaktan (detergen)	mg/l MBAS	0,001
10.	Minyak & lemak	mg/l	1
11.	Pestisida <sup>f</sup>	µg/l	nihil <sup>1(f)</sup>
<b>Logam terlarut:</b>			
12.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
13.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,002
14.	Arsen (As)	mg/l	0,025
15.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002
16.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,050
17.	Timbal (Pb)	mg/l	0,005
18.	Seng (Zn)	mg/l	0,095
19.	Nikel (Ni)	mg/l	0,075

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>BIOLOGI</b>			
1.	E Coliform ( <i>faecal</i> ) <sup>9</sup>	MPN/100 ml	200 <sup>(9)</sup>
2.	Coliform (total) <sup>9</sup>	MPN/100 ml	1000 <sup>(9)</sup>
<b>RADIO NUKLIDA</b>			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Keterangan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (thin layer) dengan ketebalan 0,01mm
  - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman euphotic
  - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata2 musiman
  - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2oC dari suhu alami
  - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
  - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
  - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
  - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,  
ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan  
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hoetomo, MPA.

**Lampiran III: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup**

**Nomor : 51 Tahun 2004**

**Tanggal : 8 April 2004**

**BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT**

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
<b>FISIKA</b>			
1.	Kecerahan <sup>a</sup>	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami <sup>3</sup>
3.	Kekeruhan <sup>a</sup>	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total <sup>b</sup>	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil <sup>1(4)</sup>
6.	Suhu <sup>c</sup>	°C	alami <sup>3(c)</sup> coral: 28-30 <sup>(c)</sup> mangrove: 28-32 <sup>(c)</sup> lamun: 28-30 <sup>(c)</sup>
7.	Lapisan minyak <sup>5</sup>	-	nihil <sup>1(5)</sup>
<b>KIMIA</b>			
1.	pH <sup>d</sup>	-	7 - 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	alami <sup>3(e)</sup> coral: 33-34 <sup>(e)</sup> mangrove: s/d 34 <sup>(e)</sup> lamun: 33-34 <sup>(e)</sup>
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD <sup>5</sup>	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida <sup>f</sup>	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) <sup>7</sup>	µg/l	0,01
<b>Logam terlarut:</b>			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
<b>BIOLOGI</b>			
1.	Coliform (total) <sup>9</sup>	MPN/100 ml	1000 <sup>9</sup>
2.	Patogen	sel/100 ml	nihil <sup>1</sup>
3.	Plankton	sel/100 ml	tidak bloom <sup>6</sup>
<b>RADIO NUKLIDA</b>			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

- Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
- Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
- Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
- Pengamatan oleh manusia (*visual*).
- Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
- Tidak *bloom* adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
- TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
  - Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
  - Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman]

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan  
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

ttd

Hoetomo, MPA.



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran  
Peraturan Menteri Kesehatan  
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010  
Tanggal : 19 April 2010

### PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

#### I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIC INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

## II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> )	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH



# BIODATA PENULIS

**Dr. Dan Mugisidi, ST., M.Si**

[dan.mugisidi@uhamka.ac.id](mailto:dan.mugisidi@uhamka.ac.id)

## **Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir**

<b><u>Tahun</u></b>	<b><u>Judul Penelitian</u></b>
2011	Penyerapan Ion-ion Logam dengan Menggunakan Karbon Aktif
2012	Karakterisasi Air Banjir sebagai Air Minum
2013	Pembuatan Filter Kapiler untuk Menyaring Air Baku sebagai Air Minum
2014	Pembuatan Instalasi Air Minum untuk Daerah Banjir Dengan Air Banjir sebagai Air Baku

## **Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

<u>Judul Artikel Ilmiah</u>	<u>Nama Jurnal</u>	<u>Volume/Nomor/Tahun</u>
Pengambilan Ion Cu(II) dan Ni(II) dari Larutan dengan Menggunakan Karbon Aktif	Rekayasa Teknologi	Volume 3, No 1, Tahun 2012

## **Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir**

<u>Nama Temu Ilmiah/Seminar</u>	<u>Judul Artikel Ilmiah</u>
Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)	Karakterisasi Air Banjir Sebagai Air Baku untuk Air Minum
Seminar Nasional Teknoka 2016	Pembuatan Instalasi Air Bersih untuk Daerah Banjir dengan Air Banjir sebagai Air Baku

# Oktarina Heriyani, S.Si., MT

oktarina@uhamka.ac.id

## Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

### Tahun    Judul Penelitian

2011	Penyerapan Ion-ion Logam dengan Menggunakan Karbon Aktif
2012	Karakterisasi Air Banjir sebagai Air Minum
2012	Pembuatan Instalasi Air Minum untuk Daerah Banjir Dengan Air Banjir sebagai Air Baku (Tahun I)
2013	Pembuatan Filter Kapiler untuk Menyaring Air Baku sebagai Air Minum
2014	Pembuatan Instalasi Air Minum untuk Daerah Banjir Dengan Air Banjir sebagai Air Baku (Tahun II)

## Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

<u>Judul Artikel Ilmiah</u>	<u>Nama Jurnal</u>	<u>Volume/Nomor/Tahun</u>
Pengambilan Ion Cu(II) dan Ni(II) dari Larutan dengan Menggunakan Karbon Aktif	Rekayasa Teknologi	Volume 3, No 1, Tahun 2012
Analisis Kestabilan Peralihan Sistem Tenaga Listrik dengan Metode Lyapunov	Rekayasa Teknologi	Volume 8, No 2, Tahun 2014

## Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

<u>Nama Temu Ilmiah/Seminar</u>	<u>Judul Artikel Ilmiah</u>
Seminar Nasional Teknoka 2016	Pengaruh Karbon Aktif dengan Zeolit pada pH Hasil Filtrasi Air Banjir

